

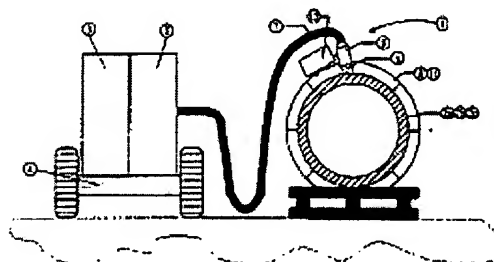
Laser welding of a pipeline, uses multiple laser beams delivered through optic fibers to focussing head, supplied by generator and source unit running alongside pipe

Patent number: FR2812227
Publication date: 2002-02-01
Inventor: QUEREILLAH C BERNARD JOSEPH; RINALDI FERNANDO; BOINOT OLIVIER CHARLES THIERRY
Applicant: SPIE CAPAG S A (FR)
Classification:
- International: **B23K26/06; B23K26/10; B23K26/06; B23K26/10;**
(IPC1-7): B23K26/08; B23K26/28; B23K101/10;
B23K103/04; B23K103/10
- european: B23K26/06A; B23K26/10R
Application number: FR20000009989 20000728
Priority number(s): FR20000009989 20000728

Report a data error here

Abstract of FR2812227

The laser welding joins sections tube (2a,2b) to form a pipeline, using multiple laser beams (6) transmitted by optic fibers (7) to one or more focusing heads (9), mounted on a mobile carriage running alongside the pipe. An electric generator (3) is mounted on a vehicle (4) which runs alongside the pipe. The laser source is also mounted on the vehicle, or can be on a separate vehicle.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :

2 812 227

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

00 09989

⑤1 Int Cl⁷ : B 23 K 26/08, B 23 K 26/28 // B 23 K 101:10, 103:10,
103:04

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 28.07.00.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.02.02 Bulletin 02/05.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SPIE CAPAG S.A. Société anonyme
— FR et P.W.T. SPA — IT.

⑦2 Inventeur(s) : QUEREILLAH BERNARD JOSEPH,
RINALDI FERNANDO et BOINOT OLIVIER CHARLES
THIERRY.

⑦3 Titulaire(s) :

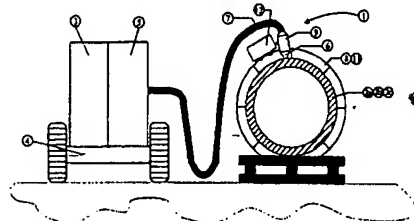
⑦4 Mandataire(s) : CABINET ORES.

⑤4 PROCÉDE ET INSTALLATION DE SOUDAGE PAR LASER D'UN PIPELINE.

⑤7 L'invention concerne un procédé de soudage au laser
de tubes, ainsi que l'installation (1) de mise en oeuvre du
procédé.

Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé
de soudage de tronçons (2a, 2b) de tubes pour la réalisation
d'une canalisation (2) du type pipeline au moyen d'un ou
plusieurs faisceaux lasers (6) transmis par fibre(s) optique
(s) (7) à une ou plusieurs têtes (9) d'émission et de focalisa-
tion montées sur un chariot (12) mobile autour desdits tron-
çons de tubes.

Un groupe (3) générateur d'énergie électrique de puis-
sance supérieure à 300 kW est monté sur un véhicule (4)
tracté ou pouvant être placé sur le sol le long de la canalisa-
tion (2). La source de production (5) du rayonnement laser
(6) est placée sur ledit véhicule (4) ou sur un autre véhicule
similaire.



FR 2 812 227 - A1



L'invention concerne un procédé de soudage au laser de tubes, ainsi que l'installation de mise en œuvre du procédé.

5 Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé de soudage de tubes pour la réalisation d'une canalisation du type pipeline au moyen d'un ou plusieurs faisceaux lasers transmis par fibre optique.

On connaît déjà des procédés de soudage de pipeline au moyen de lasers.

10 La demande de brevet EP 706 849 décrit notamment un procédé de soudage externe de pipeline par laser. La source laser est montée sur un chariot qui est lui-même monté sur un rail qui entoure le pipeline. Toutefois, le chariot ne peut supporter des charges élevées de sorte qu'il est incompatible avec des sources laser de forte puissance. Or les déposants ont constaté que le soudage laser de
15 pipeline nécessitait l'utilisation de puissances laser élevées.

Les brevets US 4 429 211 et US 4 533 814 décrivent des procédés de soudage par laser dans lesquels seul le dispositif de focalisation du faisceau laser est placé sur un chariot monté en rotation autour du pipeline. La source laser est
20 éloignée du chariot et est guidée vers le dispositif de focalisation par plusieurs miroirs.

Ces procédés nécessitent cependant un réglage précis et minutieux des miroirs. De plus, afin d'assurer une bonne transmission du faisceau laser, les miroirs
25 doivent être protégés de l'environnement extérieur ainsi que des chocs. Il sont par ailleurs sensibles aux conditions climatiques.

L'invention vise à proposer un procédé de soudage par laser ne présentant pas les inconvénients des procédés existants, et permettant de réaliser la soudure
30 de tronçons de pipeline par laser dans des conditions optimales tant sur le plan de la qualité que sur le plan de la rapidité et de la mise en œuvre.

A cet effet, l'invention décrit un procédé pour souder ensemble des tronçons de tubes en acier ou alliage d'aluminium, notamment pour réaliser une canalisation

du type pipeline, lesdits tubes ayant une épaisseur supérieure à 4 mm, ce procédé consistant à joindre les deux extrémités desdits tronçons de tubes.

5 Ledit procédé est caractérisé en ce que l'on soude lesdites extrémités au moyen d'un ou plusieurs faisceaux lasers transmis par fibre(s) optique(s), la puissance du ou des faisceaux lasers étant supérieure ou égale à 3 kW, la soudure étant obtenue par déplacement orbital du ou des faisceaux lasers autour desdits tronçons de tubes, le ou lesdits faisceaux étant guidés axialement et radialement pour suivre le plan de joint formé par les deux extrémités desdits
10 tronçons de tubes.

L'utilisation d'un faisceau laser de puissance supérieure à 4 kW permet de souder des épaisseurs importantes de métal, ce qui est le cas des pipelines, dans des conditions permettant une mise en œuvre beaucoup plus rapide que
15 dans le cas des procédés de soudage classiques.

L'utilisation d'une liaison par fibre optique entre la source laser et la tête d'émission permet de disposer la source laser et le générateur l'alimentant à l'extérieur et à distance du pipeline.
20

Ces dispositions rendent le procédé de soudage laser parfaitement opérationnel quelques soient la configuration du terrain et les conditions climatiques.

25 Dans une version, on réalise un chanfrein sur les extrémités des tronçons de tubes à souder, l'on joint les deux extrémités chanfreinées de façon à créer une gorge entre ces deux extrémités, la gorge ainsi créée ayant une profondeur inférieure à l'épaisseur du tube, les extrémités des tronçons de tubes étant en contact l'une avec l'autre dans la zone comprise entre le fond de la gorge et la surface intérieure des tronçons de tubes par des surfaces planes, ladite zone
30 étant soudée au moyen d'un ou plusieurs faisceaux lasers, en déplaçant le(s)dit(s) faisceau(x) laser(s) dans ladite gorge le long de la ligne d'intersection entre le fond de la gorge et lesdites surfaces planes en contact.

Ces dispositions permettent de souder ensemble des tronçons de pipeline dans lesquels le métal présente une épaisseur très élevée.

5 Dans une variante, ladite gorge a une section sensiblement en forme de U ou analogue.

Grâce à cette forme en U, les faces latérales de la gorge sont situées à une certaine distance du faisceau laser, ce qui évite toute altération de ces faces latérales par le faisceau.

10 Le ou les faisceau(x) laser(s) ont une puissance comprise entre 4 et 12 kW.

Cette puissance est suffisante pour obtenir des soudages de bonne qualité pour des épaisseurs de métal généralement rencontrées dans les pipelines. Cette
15 puissance peut être obtenue en combinant plusieurs sources laser.

Dans le procédé conforme à l'invention, on fait tourner le(s) faisceau(x) laser(s) à une vitesse continue autour des deux tronçons de tubes à souder, le long de ladite ligne d'intersection.

20 On obtient ainsi une soudure continue, répartie de façon régulière le long du plan de joint des deux tronçons de tubes.

Par ailleurs, la protection gazeuse de la soudure est avantageusement assurée
25 par un flux de gaz neutre.

Selon un mode de réalisation de l'invention, après réalisation de la soudure par laser desdites surfaces planes en contact des deux tronçons de tubes, on termine le joint de soudage en remplissant ladite gorge en utilisant une méthode
30 conventionnelle de soudage à l'arc avec un métal d'apport ou en utilisant d'autres méthodes de soudage.

L'invention a également pour objet une installation pour la mise en œuvre du procédé, comprenant un groupe générateur d'énergie électrique de puissance

supérieure à 300 kW monté sur un véhicule tracté ou pouvant être placé sur le sol le long de la canalisation à réaliser, ledit véhicule ou un autre véhicule connecté audit véhicule transportant également une source de production d'un rayonnement laser transmis par fibre(s) optique(s) à une ou plusieurs têtes
5 d'émission et de focalisation de faisceau(x) laser(s), caractérisée en ce que la ou lesdites têtes sont montées en rotation sur des moyens de guidage circonférentiels entourant les deux tronçons de tubes à souder.

Dans un mode de réalisation, lesdits moyens de guidage circonférentiels
10 coopèrent avec ledit plan de joint pour permettre au(x) faisceau(x) laser(s) de suivre très précisément ledit plan de joint.

La ou lesdites têtes peuvent en outre être guidées lors de leur déplacement sur lesdits moyens de guidage circonférentiels par un organe coopérant avec l'une
15 des faces latérales de ladite gorge pour pouvoir suivre précisément ladite ligne d'intersection entre le fond de la gorge et lesdites surfaces planes en contact.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

20

Aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est un schéma représentant la source laser selon l'invention reliée par fibre(s) optique(s) au chariot, ce dernier portant la tête d'émission et de focalisation, le pipeline étant représenté en coupe transversale ;
- 25 - la figure 2 représente schématiquement deux portions des tronçons de tubes à souder en coupe longitudinale suivant une première variante de l'invention ;
- la figure 3 représente schématiquement deux portions des tronçons de tubes à souder en coupe longitudinale suivant une deuxième variante de l'invention ;
- 30 - les figures 4a et 4b représentent schématiquement le chemin du faisceau laser depuis la source jusqu'à sa focalisation pour le soudage en utilisant deux fibres optiques (figure 4a) ou une seule (figure 4b) ;

- la figure 5 représente schématiquement l'extrémité de la tête d'émission et de focalisation ;
- les figures 6a à 6c représentent les points d'impacts de deux faisceaux lasers par rapport au plan de joint ;
- 5 - la figure 7 représente les moyens de guidage suivant un premier mode de réalisation de l'invention.

L'installation 1 est destinée à mettre en œuvre le procédé suivant l'invention afin de réaliser une canalisation 2 de type pipeline par soudage laser de deux
10 tronçons 2a, 2b de tubes.

Les tronçons 2a, 2b de tubes sont en acier ou alliage d'aluminium et présentent une épaisseur supérieure à 4 mm.

15 L'installation 1 comprend :

- un groupe générateur d'énergie électrique 3 de puissance supérieure à 300 kW monté sur un véhicule 4 ;
- une source 5 de production d'un rayonnement laser 6 montée sur le véhicule 4 ou sur un autre véhicule similaire (non représenté) connecté ou non au
20 véhicule 4 ;
- une ou plusieurs fibres optiques 7 ;
- des moyens de guidage 8 circonférentiels entourant les deux tronçons 2a, 2b de tubes à souder ;
- une ou plusieurs têtes 9 d'émission et de focalisation de faisceau(x) laser(s)
25 montées sur les moyens de guidage 8.

Le véhicule 4 peut être tracté ou peut être placé sur le sol le long de la canalisation à réaliser. Il peut également s'agir d'un véhicule à moteur.

30 Le générateur de puissance et la source laser peuvent ainsi être facilement déplacés le long de la canalisation 2. En particulier, des sources lasers de taille importante et de forte puissance peuvent être utilisées et déplacées.

Selon les puissances lasers requises une ou plusieurs sources lasers 5 peuvent être utilisées, de même qu'un ou plusieurs générateurs 3.

5 Le rayonnement laser 6 est transmis à la ou aux têtes 9 d'émission au moyen de fibre(s) optique(s) 7.

10 La longueur de fibre(s) optique(s) 7 est suffisante pour relier la source laser 5 placée sur le véhicule 4 aux tronçons de tubes 2a et 2b à souder, et pour permettre à la ou aux têtes 9 d'émission de suivre le pourtour complet de ces tronçons.

15 Ces fibres optiques sont protégées extérieurement par une gaine souple. Cette gaine souple rend les fibres optiques utilisables quelques soient les conditions géographiques et climatiques du lieu de soudage.

L'utilisation de fibres optiques élimine tous les problèmes de réglage ou de protection inhérents à une transmission par miroirs et simplifie la liaison entre une source laser 5 et une tête d'émission 9.

20 Les moyens de guidage 8 circonférentiels coopèrent avec ledit plan de joint 10 pour permettre au(x) faisceau(x) laser(s) 6 de suivre très précisément ledit plan de joint 10.

25 Le plan de joint 10 est défini comme étant la surface de contact transversale entre les deux tronçons de tubes 2a, 2b accolés à souder.

Dans un mode de réalisation, les moyens de guidage 8 comprennent un rail 11 fixé sur le pourtour de l'un des deux (ou des deux) tronçons de tubes 2a, 2b sur lequel sont montés un ou plusieurs chariots 12.

30 Chaque chariot 12 comporte des galets de guidage 13 placés en opposition de chaque côté du rail 11, de sorte que le chariot 12 puisse faire le tour complet des deux tronçons de tubes 2a, 2b.

Un système de motorisation du chariot 12 permet de déplacer ce dernier sur tout le pourtour des tronçons de tubes.

5 Ce système de motorisation, représenté sur la figure 7, comprend par exemple un moteur 23 monté sur le chariot 12. Ce moteur 23 entraîne un pignon 24 qui coopère avec une crémaillère 25 disposée le long du rail 11. Le moteur peut être commandé à distance de façon automatique.

10 La ou les têtes 9 d'émission et de focalisation sont montées sur le ou les chariots 12.

Dans une variante, les moyens de guidages comprennent des moyens optiques, tels qu'une caméra (9a) permettant au(x) faisceau(x) laser(s) 6 de suivre très précisément ledit plan de joint 10.

15 Dans une autre variante, les moyens de guidages comprennent des moyens mécaniques, tels que des galets de guidages, permettant au(x) faisceau(x) laser(s) 6, guidé(s) axialement et radialement, de suivre très précisément ledit plan de joint 10.

20 D'autres types de capteurs appropriés peuvent également être utilisés pour détecter la position du plan de joint 10.

25 Les deux tronçons 2a, 2b de tubes à souder sont maintenus par des supports à une distance suffisante du sol de sorte qu'un chariot 12 puisse facilement effectuer le tour desdits tronçons.

30 Dans un mode de réalisation, les extrémités des deux tronçons de tubes 2a et 2b à souder sont chanfreinées, tel que représenté sur la figure 3, de façon à créer une gorge 14 entre ces deux extrémités.

Les extrémités des tronçons 2a, 2b de tubes sont alors en contact l'une avec l'autre dans la zone comprise entre le fond de la gorge et la surface intérieure des tronçons de tubes par des surfaces planes.

Le fond de la gorge 14 présente une largeur supérieure au diamètre du ou des faisceaux lasers 6 à leur impact sur la ligne d'intersection 15 entre le fond de la gorge et lesdites surfaces planes en contact.

5

Ainsi, le ou les faisceaux lasers 6 ne risquent pas d'altérer les parois de la gorge 14.

10

Cette largeur peut par exemple être supérieure de deux millimètres au diamètre du ou des faisceau(x) laser(s) 6 à son (leur) impact.

Dans l'exemple représenté, la gorge 14 présente une section sensiblement en forme de U ou analogue.

15

L'épaisseur de la zone comprise entre le fond de la gorge et la face interne des tronçons de tubes est comprise entre 2 et 12 mm. De préférence, elle est comprise entre 4 et 6 mm.

20

La ou lesdites têtes 9 d'émissions peuvent alors être guidées lors de leur déplacement sur lesdits moyens de guidage 8 circonférentiels par un organe (non représenté) coopérant avec l'une des faces latérales de ladite gorge 14 pour pouvoir suivre précisément ladite ligne d'intersection 15 entre le fond de la gorge et lesdites surfaces planes en contact.

25

Cet organe peut être par exemple un ou plusieurs galets de guidage suivant les faces latérales de la gorge 14.

La source laser 5 est maintenant décrite en détail.

30

Le rayonnement laser 6 (ou le ou les faisceaux lasers) est produit à partir d'un laser à solide 16 dont les longueurs d'onde sont transmissibles par fibre optique.

Dans un mode de réalisation, le laser à solide 16 est un laser à barreau Néodyme : YAG (Yttrium – Aluminium – Grenat) excité au moyen de lampes ou de diodes.

- 5 Sur la figure 4, le barreau 17 du laser est représenté. Il est excité par une lampe 18, par exemple à néon.

Dans un autre mode de réalisation non représenté, le laser à solide 16 est un laser à disque Ytterbium : YAG (Yttrium – Aluminium – Grenat) excité au moyen
10 de diodes.

A cet effet, les lasers YAG de forte puissance fabriqués et commercialisés par la société TRUMPF peuvent parfaitement convenir.

- 15 Le rayonnement laser 6 ainsi produit présente une puissance supérieure à 4 kW, elle peut par exemple être comprise entre 5 et 10 kW.

Le rayonnement laser 6 émis par le barreau 17 (ou le disque) solide excité est transporté par fibre(s) optique(s) 7 jusqu'à une ou plusieurs têtes 9 d'émission et
20 de focalisation.

La tête 9 d'émission et de focalisation comprend une lentille de collimation 19 suivie d'une lentille de focalisation 20. Cet agencement de lentilles, connu de l'homme du métier, permet de concentrer le faisceau laser en un ou plusieurs
25 points d'impact.

L'extrémité de la tête 9 d'émission et de focalisation est pourvue d'un verre de protection 22 situé juste après la lentille de focalisation 20, tel que représenté sur la figure 5.

30 Le diamètre d_1 focal du faisceau correspond alors au diamètre le plus étroit du faisceau laser 6, à une distance de travail d_2 du verre de protection 22.

Le diamètre d1 du faisceau laser à son impact sur la zone d'intersection des deux tronçons de tubes 2a, 2b à souder est compris entre 0,3 et 2 mm.

5 Sur la figure 4a, deux faisceaux lasers sont émis par deux fibres optiques 7 et focalisés par les lentilles en deux points d'impact.

On définit alors comme diamètre des faisceaux lasers, la distance a (figure 4a) entre les deux points d'impact des faisceaux

10 Deux points d'impact peuvent aussi être obtenus à partir d'une seule fibre optique 7 en insérant un coin 21 entre les deux lentilles 19 et 20, tel que représenté sur la figure 4b, ce qui permet de dédoubler le faisceau laser 6.

15 Les points d'impact au niveau du plan de joint 10 des deux faisceaux lasers 6 obtenus sont représentés sur les figures 6a à 6c. Le plan des figures est perpendiculaire au plan de joint 10.

Sur la figure 6a, les deux faisceaux lasers sont juxtaposés suivant un axe incliné d'un angle α audit plan de joint 10.

20 Sur la figure 6b, les deux faisceaux lasers sont juxtaposés suivant un axe perpendiculaire audit plan de joint 10.

25 Sur la figure 6c, les deux faisceaux lasers sont juxtaposés suivant un axe confondu avec ledit plan de joint 10.

Le procédé de soudage des deux tronçons de tubes 2a, 2b est maintenant décrit en détail.

30 Les deux extrémités des tronçons de tubes 2a et 2b sont jointes, et le rail 11 supportant le chariot 12 est fixé sur l'un des deux tronçons ou sur les deux tronçons à la fois.

Le véhicule 4, supportant le générateur 3 et la source laser 5, est amené à proximité des tronçons à souder.

5 Le chariot 12 portant une ou plusieurs têtes 9 d'émission et de focalisation est alors placé sur le rail 11. La ou les fibres optiques 7 provenant de la source laser 5 sont connectées à la ou aux têtes 9.

10 Une fois la source laser 5 mise en marche, le moteur du chariot 12 est mis en route de sorte que le chariot se déplace à une vitesse continue autour des tronçons de tubes, le long de la ligne d'intersection de ces derniers.

La vitesse de déplacement du chariot 12 et donc du ou des faisceau(x) laser(s) 6 est comprise entre 0,5 et 6 m par minute. De préférence, elle est comprise entre 2 et 4 m par minute.

15

Cette vitesse permet d'obtenir une soudure de bonne qualité, régulière et assurant un gain de temps substantiel par rapport aux procédés existants.

20 Afin de réduire le temps de soudage, on peut placer deux chariots 12 de soudage sur le rail 11.

Tout au long du soudage, la soudure est protégée de la corrosion par un flux de gaz neutre, tel que par exemple de l'argon.

25 Lorsque les extrémités des tronçons de tubes 2a, 2b sont chanfreinées, après réalisation de la soudure par laser, on termine le joint de soudage en remplissant la gorge 14 en utilisant une méthode conventionnelle de soudage à l'arc avec un métal d'apport ou en utilisant d'autres méthodes de soudage. On peut par exemple utiliser un laser pour fondre le métal d'apport.

30

On obtient ainsi une surface de jonction lisse et régulière entre les deux tronçons de tubes.

REVENDECATIONS

1. Procédé pour souder ensemble des tronçons (2a, 2b) de tubes en acier ou alliage d'aluminium, notamment pour réaliser une canalisation (2) du type pipeline, lesdits tubes ayant une épaisseur supérieure à 4 mm, ce procédé consistant à joindre les deux extrémités desdits tronçons (2a, 2b) de tubes, caractérisé en ce que l'on soude lesdites extrémités au moyen d'un ou plusieurs faisceaux lasers (6) transmis par fibre(s) optique(s) (7), la puissance du ou des faisceaux lasers étant supérieure ou égale à 4 kW, la soudure étant obtenue par déplacement orbital du ou des faisceaux lasers (6) autour desdits tronçons (2a, 2b) de tubes, le ou lesdits faisceaux (6) étant guidés axialement et radialement pour suivre le plan de joint (10) formé par les deux extrémités desdits tronçons (2a, 2b) de tubes.
2. Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que l'on réalise un chanfrein sur les extrémités des tronçons (2a, 2b) de tubes à souder, l'on joint les deux extrémités chanfreinées de façon à créer une gorge (14) entre ces deux extrémités, la gorge (14) ainsi créée ayant une profondeur inférieure à l'épaisseur du tube, les extrémités des tronçons (2a, 2b) de tubes étant en contact l'une avec l'autre dans la zone comprise entre le fond de la gorge (14) et la surface intérieure des tronçons de tubes par des surfaces planes, ladite zone étant soudée au moyen d'un ou plusieurs faisceaux lasers (6), en déplaçant le(s)dit(s) faisceau(x) laser(s) dans ladite gorge (14) le long de la ligne d'intersection (15) entre le fond de la gorge (14) et lesdites surfaces planes en contact.
3. Procédé conforme à l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite gorge (14) a une section sensiblement en forme de U ou analogue.
4. Procédé conforme à l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le fond de la gorge (14) a une largeur supérieure de deux millimètres au diamètre du ou des faisceau(x) laser(s) (6) à son (leur) impact sur ladite ligne d'intersection (15).

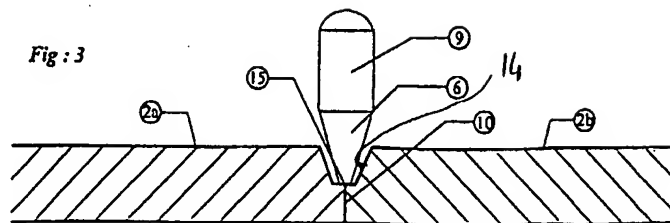
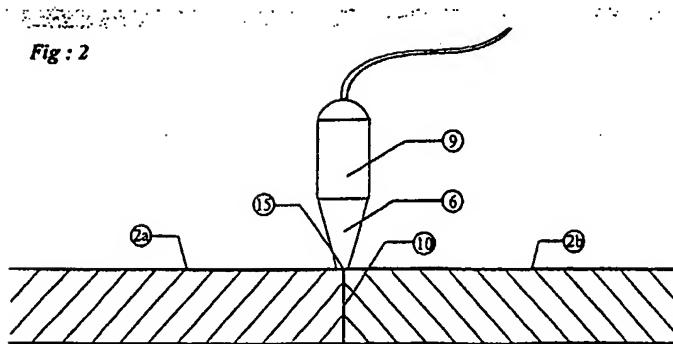
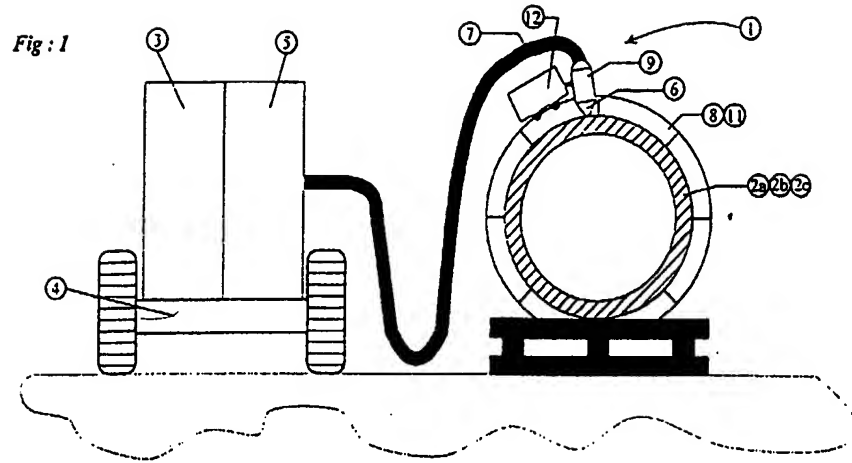
5. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le ou les faisceau(x) laser(s) (6) ont une puissance comprise entre 4 et 12 kW.
- 5 6. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le diamètre (d1, a) du ou des faisceau(x) laser(s) (6) focalisé(s) à son (leur) impact sur ladite zone d'intersection est compris entre 0,3 et 2 mm.
- 10 7. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 6, dans lequel on utilise au moins deux faisceaux lasers (6), caractérisé en ce que les deux faisceaux lasers (6) sont juxtaposés suivant un axe perpendiculaire audit plan de joint (10).
- 15 8. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 6, dans lequel on utilise au moins deux faisceaux lasers (6), caractérisé en ce que les deux faisceaux lasers (6) sont juxtaposés suivant un axe confondu avec ledit plan de joint (10).
- 20 9. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 6, dans lequel on utilise au moins deux faisceaux lasers (6), caractérisé en ce que les deux faisceaux lasers (6) sont juxtaposés suivant un axe incliné d'un angle α audit plan de joint (10).
- 25 10. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'on fait tourner le(s) faisceau(x) laser(s) (6) à une vitesse continue autour des deux tronçons (2a, 2b) de tubes à souder, le long de ladite ligne d'intersection (15).
- 30 11. Procédé conforme à la revendication 10, caractérisé en ce que la vitesse de déplacement du ou des faisceau(x) laser(s) (6) est comprise entre 0,5 et 6 m par minute.

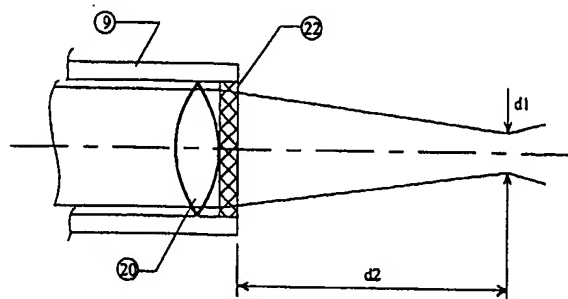
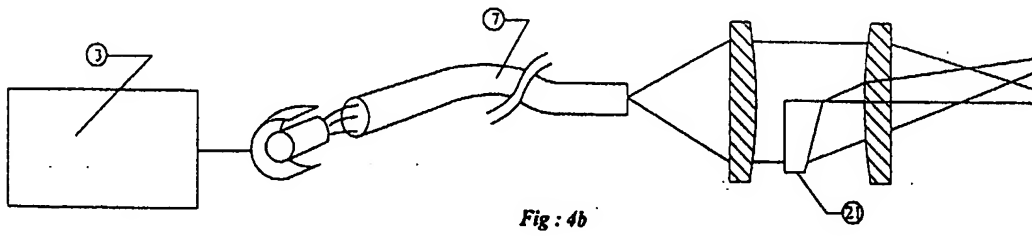
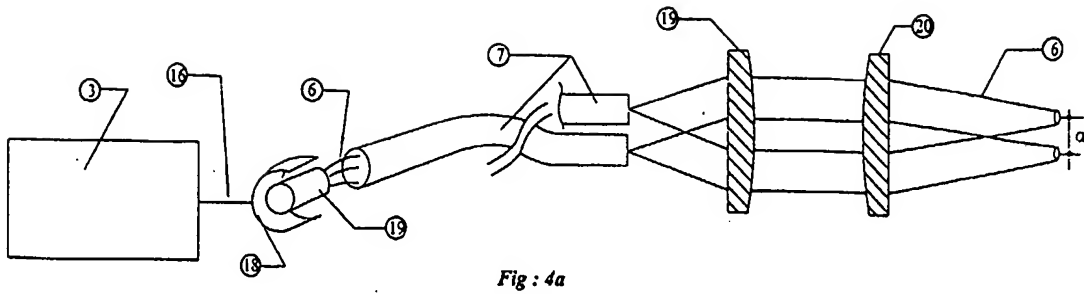
12. Procédé conforme à la revendication 11, caractérisé en ce que la vitesse de déplacement du ou des faisceau(x) laser(s) (6) est comprise entre 2 et 4 m par minute.
- 5 13. Procédé conforme à l'une des revendications 2 à 12, caractérisé en ce que l'épaisseur de la zone comprise entre le fond de la gorge (14) et la face interne des tronçons (2a, 2b) de tubes est comprise entre 2 et 12 mm.
- 10 14. Procédé conforme à la revendication 13, caractérisé en ce que ladite épaisseur est comprise entre 4 et 6 mm.
- 15 15. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le ou les faisceau(x) laser(s) (6) sont produits à partir d'un laser à solide (16) dont les longueurs d'onde sont transmissibles par fibre optique.
- 16 16. Procédé conforme à la revendication 15, caractérisé en ce que le laser à solide (16) est un laser à barreau Néodyme : YAG (Yttrium – Aluminium – Grenat) excité au moyen de lampes ou de diodes.
- 20 17. Procédé conforme à la revendication 15, caractérisé en ce que le laser à solide (16) est un laser à disque Ytterbium : YAG (Yttrium – Aluminium – Grenat) excité au moyen de diodes.
- 25 18. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que le rayonnement laser (6) émis par ledit solide excité est transporté par fibre(s) optique(s) (7) jusqu'à une ou plusieurs têtes (9) d'émission dudit (desdits) faisceau(x) laser(s).
- 30 19. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que la protection gazeuse de la soudure est assurée par un flux de gaz neutre.
20. Procédé conforme à l'une des revendications 2 à 19, caractérisé en ce qu'après réalisation de la soudure par laser desdites surfaces planes en contact des deux tronçons (2a, 2b) de tubes, on termine le joint de soudage

en remplissant ladite gorge en utilisant une méthode conventionnelle de soudage à l'arc avec un métal d'apport ou en utilisant d'autres méthodes de soudage.

- 5 21. Installation (1) pour la mise en œuvre du procédé conforme à l'une des revendications 1 à 20, comprenant un groupe (3) générateur d'énergie électrique de puissance supérieure à 300 kW monté sur un véhicule (4) tracté ou pouvant être placé sur le sol le long de la canalisation (2) à réaliser, ledit véhicule (4) ou un autre véhicule connecté audit véhicule (4)
- 10 transportant également une source (5) de production d'un rayonnement laser (5) transmis par fibre(s) optique(s) (7) à une ou plusieurs têtes (9) d'émission et de focalisation de faisceau(x) laser(s), caractérisée en ce que la ou lesdites têtes (9) sont montées en rotation sur des moyens de guidage circonférentiels (8) entourant les deux tronçons (2a, 2b) de tubes à souder.
- 15 22. Installation conforme à la revendication 21, caractérisée en ce que lesdits moyens de guidage circonférentiels (8) coopèrent avec ledit plan de joint (10) pour permettre au(x) faisceau(x) laser(s) (6) de suivre très précisément ledit plan de joint (10).
- 20 23. Installation conforme à la revendication 22, caractérisée en ce que lesdits moyens de guidage circonférentiels (8) sont des moyens optiques.
24. Installation conforme à la revendication 22, caractérisée en ce que lesdits
- 25 moyens de guidage circonférentiels (8) sont des moyens mécaniques.
- 25 25. Installation conforme à la revendication 24, caractérisée en ce que la ou lesdites têtes (9) sont en outre guidées lors de leur déplacement sur lesdits moyens de guidage circonférentiels (8) par un organe coopérant avec l'une
- 30 des faces latérales de ladite gorge (14) pour pouvoir suivre précisément ladite ligne d'intersection (15) entre le fond de la gorge (14) et lesdites surfaces planes en contact.

1/3





3/3

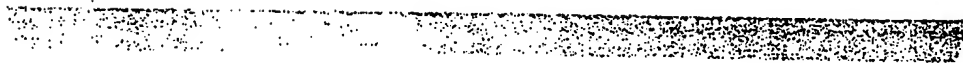
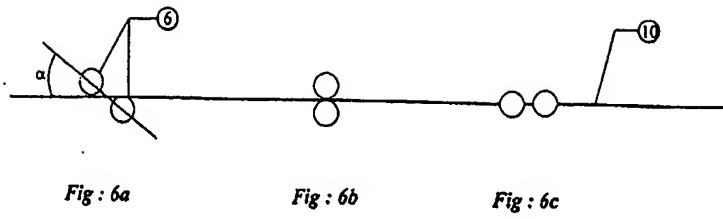
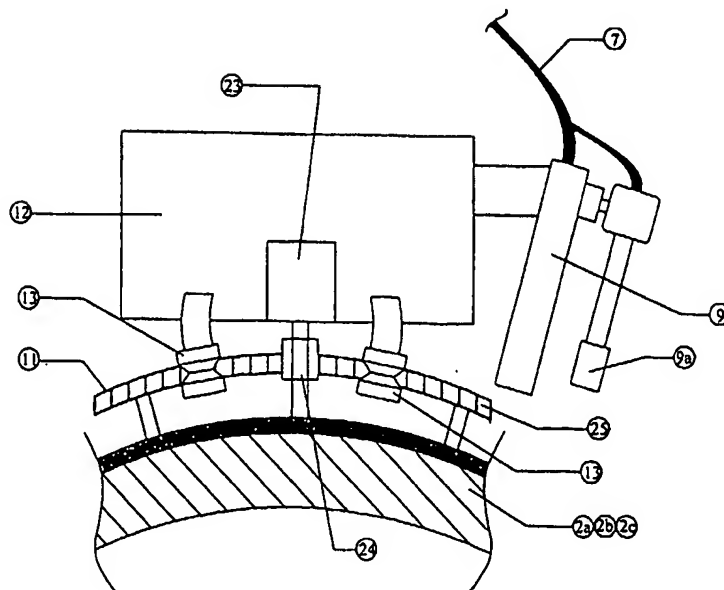


Fig: 7





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2812227

N° d'enregistrement
national

FA 590588
FR 0009989

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 10, 31 octobre 1997 (1997-10-31) & JP 09 150283 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 10 juin 1997 (1997-06-10)	1,15-17	B23K26/08 B23K26/28
Y	* abrégé; figure A *	21,22,24	
X	US 5 601 735 A (KAWAMOTO HIDEO ET AL) 11 février 1997 (1997-02-11)	1	
A	* le document en entier *	21	
A	EP 0 997 224 A (MIYACHI TECHNOS KK) 3 mai 2000 (2000-05-03)	1	
Y	* colonne 4, ligne 38 - ligne 42 * * colonne 9, ligne 14 - ligne 21; figure 1 *	21,22,24	
A	EP 0 451 304 A (BLOHM & VOSS INT) 16 octobre 1991 (1991-10-16) * le document en entier *	21	
A,D	EP 0 706 849 A (CRC PIPELINE INT INC) 17 avril 1996 (1996-04-17) * le document en entier *	1,2,4,21	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) B23K
A,D	US 4 429 211 A (CARSTENS JEFFREY P ET AL) 31 janvier 1984 (1984-01-31) * le document en entier *	1,21	
A,D	US 4 533 814 A (WARD BROOKE A) 6 août 1985 (1985-08-06) * le document en entier *	1,21	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 mai 2001		Aran, D	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.